



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 03 168 A 1**

51 Int. Cl.7:  
**F 28 D 9/04**  
H 01 M 8/04

21 Aktenzeichen: 199 03 168.1  
22 Anmeldetag: 27. 1. 1999  
43 Offenlegungstag: 10. 8. 2000

DE 199 03 168 A 1

71 Anmelder:  
DBB Fuel Cell Engines GmbH, 73230 Kirchheim, DE

72 Erfinder:  
Motzet, Bruno, Dipl.-Ing., 73235 Weilheim, DE;  
Tischler, Alois, Dipl.-Ing., 94501 Aidenbach, DE

55 Entgegenhaltungen:

DE	197 16 470 C1
DE	196 08 738 C1
DE	44 46 841 A1
DE	36 01 073 A1
EP	02 14 589 A1
WO	95 24 602 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Spiralwärmetauscher, sowie Brennstoffzellensystem mit einem gasbeheizten Verdampfer

57 Die Erfindung betrifft einen Spiralwärmetauscher mit einem aus spiralförmig ineinandergewickelten Bandmaterialien gebildeten Gesamtkörper, wobei durch randnahe Verbinden benachbarter Bandmaterialien ein Verbundkörper mit einem darin enthaltenen Raum für das zweite Fluid ausgebildet wird. Dieser Raum ist in axialer Richtung des Gesamtkörpers in zwei Teilräume abgetrennt, wobei die beiden Teilräume lediglich im den axialen Zu- und Abführleitungen gegenüberliegenden Randbereich des Gesamtkörpers in Strömungsverbindung stehen. Der Gesamtkörper ist in einem Gehäuse angeordnet und wird axial von dem ersten Fluid durchströmt.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Brennstoffzellensystem mit einem vom Anodenabgas beheizten Verdampfer sowie die Verwendung eines Spiralwärmetauschers als gasbeheizten Verdampfer in einem solchen Brennstoffzellensystem.

DE 199 03 168 A 1

Die Erfindung betrifft einen Spiralwärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie ein Brennstoffzellensystem mit einem vom Anodenabgas und einem sauerstoffhaltigen Gas beheizten Verdampfer gemäß Patentanspruch 5.

Aus der EP 0 214 589 A1 ist ein Spiralwärmetauscher bekannt, bei welchem zwei im Wärmeaustausch stehende Fluide zwischen den Windungen von spiralförmig ineinander gewickelten Bandmaterialien gebildeten Strömungskanälen geführt werden, die sich in radialer Richtung des Gesamtkörpers jeweils abwechseln. Die Strömungskanäle werden durch randnahes Verbinden jeweils benachbarter Bandmaterialien ausgebildet. Die Zu- und Abführung der Fluide erfolgt über Zu- und Abführungen, die sich in axialer Richtung des zylindrischen Gesamtkörpers erstrecken und im Zentrum beziehungsweise am Umfang des Spiralkörpers angeordnet sind.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen einfach herzustellen und hinsichtlich dem Einsatz in einem Brennstoffzellensystem verbesserten Wärmetauscher zu schaffen. Es ist weiterhin die Aufgabe, ein Brennstoffzellensystem mit vereinfachtem Aufbau und verbessertem Gesamtwirkungsgrad zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch einen Spiralwärmetauscher mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5 gelöst.

Der spiralförmig aufgebaute Wärmetauscher zeichnet sich durch einen vereinfachten Aufbau, durch eine Verringerung der benötigten Teile und dadurch auch durch eine günstige Herstellung aus. Im einfachsten Fall wird ein einziges Bandmaterial um eine rohrförmige Zu- und Abführleitung geschlungen, durch umlaufende Schweißnähte miteinander verbunden, durch eine weitere Schweißnaht in zwei Teilräume getrennt und nach dem Aufwickeln in ein Gehäuse eingebracht. Die Spiralform führt im Vergleich zu plattenförmigen Verdampfern zu einer Verringerung der Thermospannungen.

Durch den gewählten Aufbau wird auf ganz einfache Weise ein zweistufiger Aufbau realisiert, ohne daß eine zweite Dosierung für die Fluide notwendig ist. Durch das Vorsehen einer mit Katalysator befüllten Ausnehmung zwischen zwei Teilräumen kann ein günstigeres Temperaturprofil im Wärmetauscher realisiert werden. Dadurch muß nicht die gesamte benötigte Wärmeenergie über den Eingang zugeführt werden, sondern ein Teil der benötigten thermischen Energie wird direkt im Wärmetauscher erzeugt. Somit wird die Temperatur begrenzt, was hinsichtlich der Lebensdauer vorteilhaft ist.

Ein Brennstoffzellensystem mit einem mittels des Anodenabgases beheizten Verdampfer weist den Vorteil auf, daß durch die Verdampfung der flüssigen Edukte für die Gaserzeugungsstufe gleichzeitig das Anodenabgas gekühlt wird. Dadurch kann auf einen separaten Abgaskühler verzichtet werden. Durch die Integration einer Abgasnachbehandlungsstufe in den Verdampfer kann auf eine separate Abgasnachbehandlungsstufe verzichtet oder diese zumindest kleiner ausgeführt werden. Im zweiten Fall kann die Temperaturverteilung in den beiden Teilstufen des Verdampfers allerdings besser beeinflußt werden.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

Die Erfindung ist nachstehend anhand einer Zeichnung näher beschrieben, wobei

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Spiralwärmetauschers,

Fig. 2 den Spiralwärmetauscher aus Fig. 1 in abgerollten Zustand,

Fig. 3 einen Schnitt durch die Lagen des Spiralwärmetauschers,

Fig. 4 einen Schnitt durch eine Zuführleitung des Spiralwärmetauschers,

Fig. 5 ein Brennstoffzellensystem mit einem erfindungsgemäßen Spiralwärmetauscher,

Fig. 6 den prinzipiellen Aufbau eines weiteren erfindungsgemäßen Spiralwärmetauschers,

Fig. 7 den Spiralwärmetauscher aus Fig. 5 in abgerollten Zustand,

Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Brennstoffzellensystem mit einem Spiralwärmetauscher gemäß Fig. 6 zeigt.

Der in den Fig. 1 bis 4 insgesamt mit 1 bezeichnete Spiralwärmetauscher besteht aus einem Gehäuse 2 und einem darin angeordneten Gesamtkörper 3. Das Gehäuse 2 weist Zu- und Abführungsleitungen 4, 5 für ein erstes Fluid auf. Im Ausführungsbeispiel ist das Gehäuse 2 zylinderförmig ausgeführt, wobei die Zu- und Abführleitungen 4, 5 an den gegenüberliegenden Stirnflächen angeordnet sind. Prinzipiell ist es jedoch auch möglich, andere Gehäuseformen zu verwenden beziehungsweise die Zu- und/oder Abführleitungen 4, 5 an anderen Stellen des Gehäuses 2 anzuordnen.

Der Gesamtkörper 3 besteht aus einer spiralförmig gewickelten Struktur und weist insgesamt ebenfalls eine im wesentlichen zylinderförmige Form auf. An den Stirnflächen 6, 7 des Gesamtkörpers 3 sind Zu- und Abführleitungen 8, 9 für ein zweites Fluid vorgesehen. Die Zu- und Abführleitungen 8, 9 sind jeweils durch die Mantelfläche des Gehäuses 2 nach außen geführt. Prinzipiell können diese aber ebenfalls durch die Stirnflächen geführt werden.

Der Gesamtkörper 3 besteht aus zwei spiralförmig ineinandergewickelten Bandmaterialien 11. Durch randnahes Verbinden der beiden Bandmaterialien 11, beispielsweise durch Löten oder mit Hilfe einer Schweißnaht 17, wird ein Verbundkörper 10 mit einem darin integrierten Raum 12 gebildet, welcher mit den Zu- und Abführleitungen 8, 9 in Strömungsverbindung steht, so daß der Raum 12 vom zweiten Fluid durchströmt wird. Der Raum 20 zwischen den Windungen des Verbundkörpers 10 wird vom ersten Fluid in axialer Richtung durchströmt. Somit wird ein Wärmetauscher ausgebildet, bei welchem mindestens zwei im Wärmeaustausch stehende Fluide durch sich in radialer Richtung des Gesamtkörpers 3 abwechselnde Räume 12, 20 strömen, wobei die Wärmeübertragung in radialer Richtung durch das Bandmaterial 11 des spiralförmigen Gesamtkörpers 3 erfolgt.

Im Ausführungsbeispiel sind die Bandmaterialien 11 rechteckförmig ausgebildet, wobei an einer Längsseite 13 der Bandmaterialien 11 die Zu- und Abführleitungen 8, 9 für das zweite Fluid angeordnet sind. Die Bandmaterialien 11 können durch eine weitere Schweißnaht mit den Zu- und Abführleitungen 8, 9 verbunden werden. Vorzugsweise wird jedoch nur ein durchgehendes Bandmaterial 11 verwendet, welches um die Zu- und Abführleitungen 8, 9 geschlungen wird, wobei dann die beiden Enden 11a, 11b mit Hilfe der Schweißnaht 17 zur Ausbildung des Raumes 12 randnah verbunden werden. Alternativ können zwei Bandmaterialien 11 verwendet werden, die zuerst an einer Längsseite 13 mit einer Schweißnaht verbunden werden und anschließend wiederum um die Zu- und Abführleitungen 8, 9 geschlungen werden.

Der Raum 12 im Verbundkörper 10 steht über Öffnungen 14a, 14b mit den Zu- und Abführleitungen 8, 9 in Strömungsverbindung. Die Zu- und Abführleitungen 8, 9 können durch ein durchgehendes Rohr gebildet werden. Im Be-

reich zwischen den beiden Querseiten 15 ist eine Schweißnaht 16 vorgesehen, die sich ausgehend von den Zu- und Abführleitungen 8, 9 im wesentlichen quer zu den Zu- und Abführleitungen 8, 9 über einen Teil der Bandmaterialien 11 erstreckt. Durch diese Schweißnaht 16 wird zum einen die Zuführleitung 8 von der Abführleitung 9 strömungstechnisch getrennt. Zum anderen wird der Raum 12 in zwei Teilräume 12a und 12b getrennt, die lediglich über eine im Bereich der Längsseite 18 angeordnete Öffnung 19 verbunden sind. Dadurch wird die Strömungsführung in dem Spiralwärmetauscher 1 festgelegt. Das zweite Fluid wird über die Zuführleitung 8 und die Öffnungen 14a in den Teilraum 12a geführt. Dieser wird parallel zu den Querscheiden 15 durchströmt, bevor das zweite Fluid über die Öffnung 19 in den zweiten Teilraum 12b strömen kann. Im zweiten Teilraum 12b strömt dann das zweite Fluid wieder im wesentlichen parallel zu den Querscheiden 15, jedoch in umgekehrter Strömungsrichtung. Über die Öffnungen 14b gelangt das zweite Fluid schließlich in die Abführleitung 9. Die Dimensionierung der beiden Teilräume 12a, 12b und der Öffnung 19 hängt von der Betriebsweise des Spiralwärmetauschers 1 und von den verwendeten Fluiden ab.

Der Gesamtkörper 3 wird nach dem Aufwickeln der Bandmaterialien 11 in das Gehäuse 2 eingebracht. Im Betrieb wird der Gesamtkörper 3 in axialer Richtung vom ersten Fluid durchströmt. Um einen ausreichenden Wärmeübertrag zwischen den beiden Fluiden zu gewährleisten sind entweder Form und Größe des Gesamtkörpers 3 und des Gehäuses 2 so aufeinander abgestimmt, daß es nur ein geringer Teil des ersten Fluids außen am Gesamtkörper 3 vorbeiströmen kann. Alternativ kann der Gesamtkörper 3 aber auch gegenüber dem Gehäuse 2 abgedichtet oder fest mit diesem verbunden werden. Insgesamt werden die beiden Fluide im Spiralwärmetauscher 1 so geführt, daß die beiden Räume 12, 20 von den Fluiden im wesentlichen quer zueinander durchströmt werden.

Damit die Räume 12, 20 nach dem Zusammenbau des Gesamtkörpers 3 die gewünschten Querschnitte und Strömungsverhältnisse aufweisen, können verschiedene Maßnahmen vorgesehen werden. In Fig. 3 ist beispielsweise ein Ausführungsbeispiel für den Aufbau der Räume 12, 20 dargestellt. Hierbei werden als Bandmaterial 11 sogenannte Strukturfolien eingesetzt. Die Strukturen in diesen Folien haben mehrere Funktionen. Zum einen dienen sie zur definierten Strömungsführung innerhalb der Räume 12, 20. Weiterhin dienen sie zur Turbulenzerzeugung und damit zur Verbesserung der Wärmeübertragung. Schließlich dienen sie dazu, beim Zusammenbau einen definierten Abstand zwischen den einzelnen Folien zu gewährleisten. Als Strukturfolien können beispielsweise Kugelkalottenbleche oder Bleche mit Kornprägung oder beliebige andere dem Fachmann geläufige Strukturfolien verwendet werden.

Im Ausführungsbeispiel wird der Raum 20 durch Folien 21, 22 gebildet, die jeweils zueinander hinweisende Erhebungen 23 aufweisen. Beim Zusammenbau kommen die Erhebungen 23 der Folien 21, 22 jeweils an den Grundflächen der gegenüberliegenden Folie 22, 21 zur Anlage und definieren somit den Abstand zwischen den beiden Folien 21, 22. Die Rückseiten aufeinander folgender Folien 21, 22, die jeweils keine Erhebung aufweisen, begrenzen dann den Raum 12. Um auch im Raum 12 einen definierten Abstand einzuhalten, ist dort beispielsweise ein Abstandshalter in Form eines Drahtgitters 24 vorgesehen. Es können jedoch auch gewellte Lochstrukturen oder andere dem Fachmann geläufige Abstandshalter eingesetzt werden. Möglich ist auch Folien einzusetzen, die auf beiden Seiten gleiche, unterschiedliche oder keine Strukturen aufweisen. Um Bauteile einzusparen ist es weiterhin möglich, für die Folien 21,

22 identische Bauteile zu verwenden, wobei dann die Folien 21, 22 jeweils spiegelbildlich angeordnet werden.

Die Fluidversorgung für die Räume 12 wird im folgenden anhand eines Schnittes durch die Zuführleitung 8 für das zweite Fluid anhand Fig. 4 erläutert. Um die Zuführleitung 8 ist ein Bandmaterialien 11 geschlungen, wobei das Bandmaterial 11 auf dem größten Teil des Außenumfanges an der Zuführleitung 8 anliegt. Die beiden Enden 11a, 11b des Bandmaterials 11 werden aufeinander gelegt und anschließend spiralförmig um die Zuführleitung 8 gewickelt. Damit sich zwischen benachbarten Enden 11a, 11b jeweils Räume 12, 20 ausbilden können sind nicht dargestellte Strukturen beziehungsweise Abstandshalter vorgesehen. Lediglich in dem Teil des Außenumfanges der Zuführleitung 8, in dem die beiden Enden 11a, 11b sich treffen, kommt das Bandmaterial 11a nicht direkt am Außenumfang der Zuführleitung 8 zur Anlage. Bedingt durch die Strukturen im Bandmaterial 11 und durch die extreme Umlenkung des zweiten Endes 11b entsteht eine Art Vorkammer 25 für den Raum 12. In diesem Bereich ist in der Zuführleitung 8 eine Öffnung 14a vorgesehen, so daß das zweite Fluid von der Zuführleitung 8 über die Öffnung 14a und die Vorkammer 25 in den Raum 12 gelangen kann.

Eine bevorzugte Anwendung für einen solchen Spiralwärmetauscher 1 ist die Verdampfung von Medien in Brennstoffzellensystemen, bei denen Wasserstoff aus einem Rohkraftstoff hergestellt wird. Eine Prinzipdarstellung eines solchen Brennstoffzellensystems zeigt Fig. 5. Das Brennstoffzellensystem enthält im wesentlichen eine Gaserzeugungsstufe 30, optional eine Gasreinigungsstufe 31, eine Brennstoffzelle 32 und eine Abgasnachbehandlungsstufe 33. In diesem Brennstoffzellensystem kann der Spiralwärmetauscher 1 als gasbeheizter Verdampfer verwendet werden.

Vor dem Eintritt in die Gaserzeugungsstufe 30 werden die Edukte, beispielsweise ein flüssiger Rohkraftstoff und gegebenenfalls Wasser oder auch ein Kraftstoff/Wassergemisch, verdampft. Als Rohkraftstoff kann vorzugsweise Methanol verwendet werden. In der Gaserzeugungsstufe 30 wird dann aus den gasförmigen Edukten ein wasserstoffhaltiges Gasgemisch erzeugt, welches anschließend gegebenenfalls in der Gasreinigungsstufe 31 aufgearbeitet wird, bevor es in den Anodenraum A der Brennstoffzelle 32 geführt wird. Einem Kathodenraum K der Brennstoffzelle 32 wird außerdem Luft oder Sauerstoff zugeführt. Das Anoden- und Kathodenabgas wird anschließend gemischt und der Abgasnachbehandlungsstufe 33 zugeführt. Dort werden die brennbaren Bestandteile des Anodenabgases mit dem Sauerstoff aus dem Kathodenabgas mit Hilfe eines geeigneten Katalysatormaterials vollständig oxidiert. Anstelle des Kathodenabgases kann auch direkt Sauerstoff oder Umgebungsluft zugeführt werden. Durch die Oxidation in der Abgasnachbehandlungsstufe 33 wird dem Abgas thermische Energie zugeführt. Das Abgas wird dann anschließend über die Zuführleitung 4 dem Spiralwärmetauscher 1 zugeführt, wo es den Gesamtkörper 3 in axialer Richtung durchströmt und anschließend über die Abführleitung 5 an die Umgebung abgeführt wird. Das zu verdampfende Medium, also Wasser und/oder Methanol wird über die Zuführleitung 8 zugeführt, durchströmt anschließend den Gesamtkörper 3 und wird schließlich über die Abführleitung 9 der Gaserzeugungsstufe 30 gasförmig zugeführt. Somit dient der Spiralwärmetauscher 1 gleichzeitig als gasbeheizter Verdampfer und als Abgaskühler für das Brennstoffzellensystem. Als erstes Fluid wird somit das in der Abgasnachbehandlungsstufe 33 vollständig umgesetzte Abgas aus der Brennstoffzelle 32 durch die Räume 20 geführt. Als zweites Fluid werden die flüssigen Edukte für die Gaserzeugungsstufe 30 durch die Räume 12 des Spiralwärmetauschers 1 geführt und durch

den Wärmeaustausch mit den Räumen 20 verdampft.

In den Fig. 6 und 7 ist ein weiterer Spiralwärmetauscher 1 gezeigt, wobei gegenüber dem Spiralwärmetauscher 1 aus den Fig. 1-5 gleiche Teile mit identischen Bezugszeichen gekennzeichnet sind. Im Gegensatz zur ersten Ausführungsform werden hier die beiden Teilräume 12a, 12b nicht durch eine einfache Schweißnaht 16 getrennt, sondern in diesem Fall weisen die Bandmaterialien 11 anstelle der Schweißnaht 16 eine Ausnehmung 26 auf, die umlaufend mit einer entsprechenden Schweißnaht 16 umgeben ist. Für die Zu- und Abführleitungen 8, 9 kann wiederum ein durchgehendes Rohr verwendet werden, wobei die beiden Enden des Rohres strömungstechnisch getrennt sind, wie es in Fig. 6 durch die gestrichelten Linien angedeutet ist. Nach dem Zusammenrollen weist somit der Gesamtkörper 3 insgesamt eine Ausnehmung 26 auf, die mit einem Katalysatormaterial 27 gefüllt wird. In Fig. 6 ist dies symbolisch durch einzelne Katalysatorpellets dargestellt. Das Katalysatormaterial 27 kann jedoch in beliebiger Form, beispielsweise durch eine Schüttung, durch Pellets, durch beschichtete Strukturen oder durch ein beschichtetes Vlies, in die Ausnehmung 26 eingebracht werden. Als Katalysator können beispielsweise Edelmetalle, vorzugsweise Platin, verwendet werden.

Zusätzlich oder anstelle der mit einem Katalysatormaterial 27 gefüllten Ausnehmung 26 können auch die dem Raum 20 für das erste Fluid zugewandte Oberfläche der Bandmaterialien 11 und/oder die Innenfläche des Gehäuses 2 zumindest teilweise mit einem Katalysatormaterial 27 zur Oxidation des zweiten Fluids beschichtet werden.

Die Strömungsführung für das zweite Fluid bleibt gegenüber dem Spiralwärmetauscher 1 aus Fig. 1 unverändert. Lediglich das erste Fluid kommt nach dem Durchströmen des Teiles von Raum 20, welches in Wärmeaustausch mit Raum 12b steht, in Kontakt mit dem Katalysatormaterial 27. Erst nach dem Durchströmen der Ausnehmung 26 wird dann der Teil des Raumes 20 durchströmt, der in Wärmekontakt mit Raum 12a steht. Als erstes Fluid wird hierbei ein gasförmiges Medium verwendet, welches bevorzugt sowohl oxidierbare Bestandteile als auch ein Oxidationsmittel enthält. Die oxidierbaren Bestandteile des ersten Fluids werden beim Durchströmen der Ausnehmung 26 am Katalysatormaterial 27 oxidiert. Hierbei wird thermische Energie frei, so daß die Temperatur des ersten Fluids vor dem Durchströmen des Teiles des Raumes 20, welcher in Wärmeaustausch zum Raum 12b steht, nochmals erhöht wird. Dies weist den Vorteil auf, daß der Temperaturgradient über die Lauflänge nicht zu hoch ist. Außerdem muß nicht die gesamte thermische Energie über den Eingang des Spiralwärmetauscher 1 geführt werden, so daß zumindest dort die Temperatur begrenzt wird. Dies hat geringere Thermospannungen und damit eine höhere Lebensdauer zur Folge. Durch dieses Konzept kann auf einfache Art und Weise ein zwei- oder mehrstufiges Konzept realisiert werden, ohne für jede Stufe eine separate Dosierung vorsehen zu müssen.

Obwohl in den Ausführungsbeispielen die beiden Fluide in bezug auf die Hauptströmungsrichtung im Gegenstrom geführt werden, ist es ebenfalls möglich, andere Strömungsführungen zu realisieren. Ebenfalls ist es möglich, die Teilräume 12a, 12b in Abhängigkeit von der Reaktionsführung und dem gewünschten Temperaturprofil unterschiedlich zu dimensionieren.

Ein Brennstoffzellensystem mit einem Spiralwärmetauscher 1 gemäß den Fig. 6 und 7 ist in Fig. 8 dargestellt, wobei wiederum gegenüber Fig. 5 gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind. Im Gegensatz zum Brennstoffzellensystem gemäß Fig. 5 kann bei Verwendung dieses modifizierten Spiralwärmetauschers 1 auf eine separate Abgasnachbehandlungsstufe 33 verzichtet werden, weil

das Anodenabgas im Verdampfer 1 vollständig umgesetzt werden kann. Auf der anderen Seite kann aber weiterhin eine zusätzliche Abgasnachbehandlungsstufe 33 stromauf des Verdichters 1 vorgesehen werden, in dem ein Teilumsatz des oxidierbaren Gases erfolgt. Dadurch wird die Temperatur in der ersten Stufe 12a erhöht und im Gegenzug die Temperatur in der zweiten Stufe 12b verringert. Insgesamt ist zwar ein weiteres Bauteil notwendig. Dies weist jedoch den Vorteil auf, daß die Temperatur in den beiden Stufe besser beeinflußt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1) mit einem aus spiralförmig ineinandergewickelten Bandmaterialien (11) gebildeten Gesamtkörper (3), bei welchem zwei im Wärmeaustausch stehende Fluide in Räumen (12, 20) geführt werden, wobei durch randnahe Verbinden benachbarter Bandmaterialien (11) ein Verbundkörper (10) mit einem darin enthaltenem Raum (12) für das zweite Fluid ausgebildet wird, wobei sich die Räume (12, 20) in radialer Richtung des Gesamtkörpers (3) jeweils abwechseln, wobei die Wärmeübertragung in radialer Richtung durch das Bandmaterial (11) des spiralförmigen Gesamtkörpers (3) erfolgt, und wobei Zu- und Abführleitungen (4, 5) für das erste Fluid sowie axiale Zu- und Abführleitungen (8, 9) für das zweite Fluid vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Gesamtkörper (3) in ein mit Zu- und Abführungsleitungen (4, 5) für das erste Fluid versehenes Gehäuse (2) integriert ist, daß der Raum (20) für das erste Fluid zwischen den Windungen des Verbundkörpers (10) ausgebildet wird, wobei der Gesamtkörper (3) in axialer Richtung vom ersten Fluid durchströmt wird, und daß der Raum (12) für das zweite Fluid in axialer Richtung des Gesamtkörpers (3) in zwei Teilräume (12a, 12b) abgetrennt ist, wobei die beiden Teilräume (12a, 12b) lediglich im den axialen Zu- und Abführleitungen (8, 9) gegenüberliegenden Randbereich (19) des Gesamtkörpers (3) in Strömungsverbindung stehen.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Teilräume (12a, 12b) in axialer Richtung voneinander beabstandet sind, und daß im Bereich (26) zwischen den beiden Teilräumen (12a, 12b) Katalysatormaterial (27) zur Oxidation des zweiten Fluids vorgesehen ist.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bandmaterialien (11) u-förmig ausgebildet sind, daß die beiden Schenkel der Bandmaterialien (11) jeweils mit der Zubeziehungsweise Abführleitung 8, 9 in Strömungsverbindung stehen, und daß die sich nach dem Aufwickeln der Bandmaterialien (11) zwischen den beiden Schenkeln ergebende Ausnehmung (26) mit Katalysatormaterial (27) versehen ist.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Raum (20) für das erste Fluid zugewandte Oberfläche der Bandmaterialien (11) und/oder die Innenfläche des Gehäuses (2) zumindest teilweise mit einem Katalysatormaterial (27) zur Oxidation des zweiten Fluids beschichtet ist.
5. Brennstoffzellensystem mit einer Gaserzeugungsstufe (30) zur Erzeugung eines wasserstoffreichen Gases, mit einem Verdampfer (1) zur Verdampfung der der Gaserzeugungsstufe (30) zuzuführenden Edukte, mit einer einen Anodenraum (A) und eine Kathodenraum (K) umfassenden Brennstoffzelle (32) zur chemischen Umsetzung des wasserstoffreichen Gases mit einem Oxidationsmittel zur Erzeugung von elektrischer

Energie, und mit einer Abgasnachbehandlungsstufe (33, 26, 27) zur vollständigen Umsetzung des aus der Brennstoffzelle (32) abgeführten Anodenabgases mit dem Kathodenabgas und/oder einem sauerstoffhaltigen Gas, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdampfer (1) 5 durch das Anodenabgas und/oder Kathodenabgas beheizt wird.

6. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdampfer (1) von dem in der Abgasnachbehandlungsstufe (33) vollständig um- 10 gesetzten Anodenabgas durchströmt wird.

7. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in den Verdampfer (1) eine Ab- 15 gasnachbehandlungsstufe (26, 27) integriert ist, wobei das Anodenabgas auf dem Strömungsweg durch den Verdampfer (1) an einem Oxidationskatalysator (27) vollständig umgesetzt wird.

8. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß stromauf des Verdampfers (1) 20 eine zweite Abgasnachbehandlungsstufe (33) zur teilweisen Oxidation des Anodenabgases angeordnet ist.

9. Verwendung eines Spiralwärmetauschers nach Anspruch 1 als mit Hilfe des Anodenabgas und/oder Kathodenabgas beheizter Verdampfer in einem Brennstoffzellensystem, wobei das Anodenabgas und/oder 25 Kathodenabgas als erstes Fluid und die der Gaserzeugungsstufe (30) zuzuführenden flüssigen Edukte als zweites Fluid dem Spiralwärmetauscher (1) über die Zu- und Abführleitungen (4, 5, 8, 9) zugeführt werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

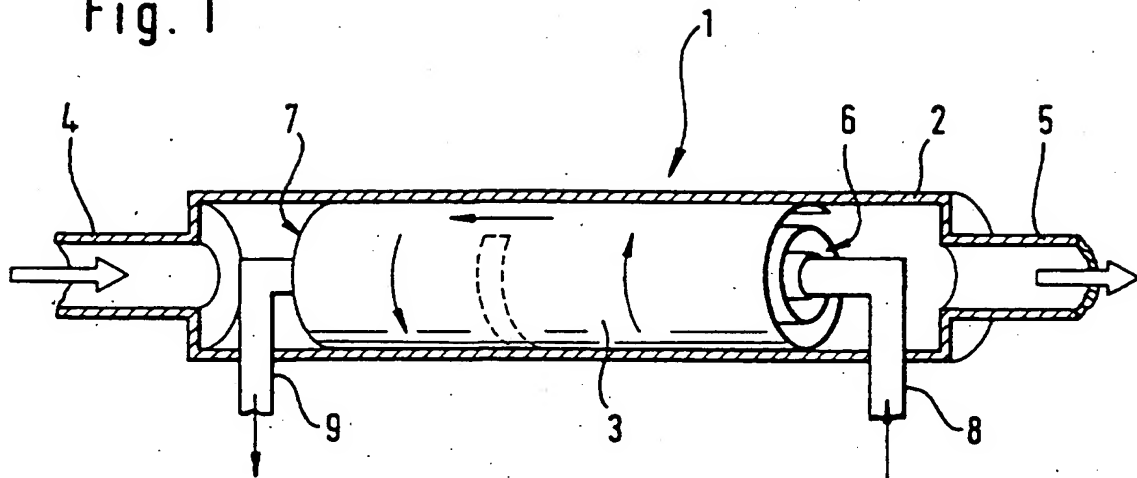


Fig. 2

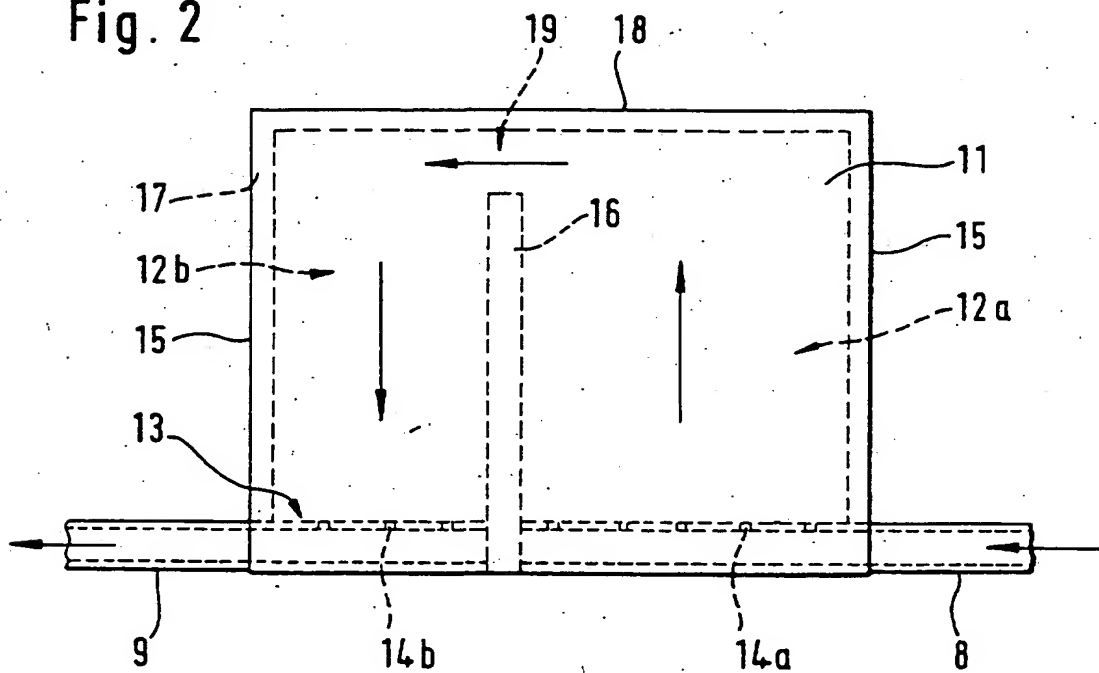


Fig. 3

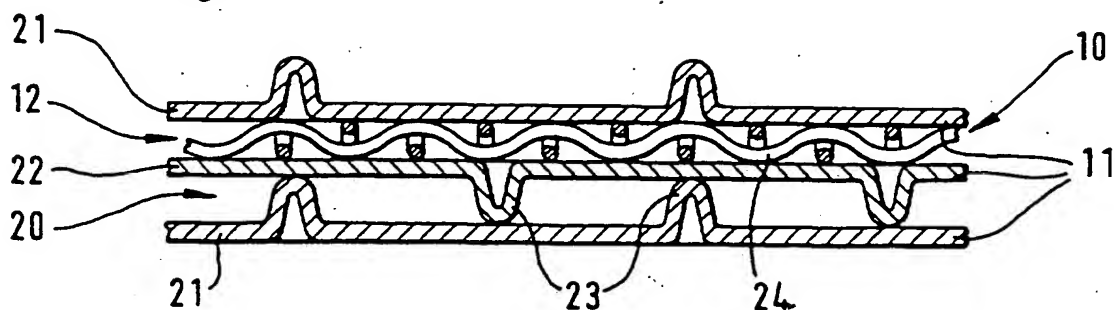


Fig. 4

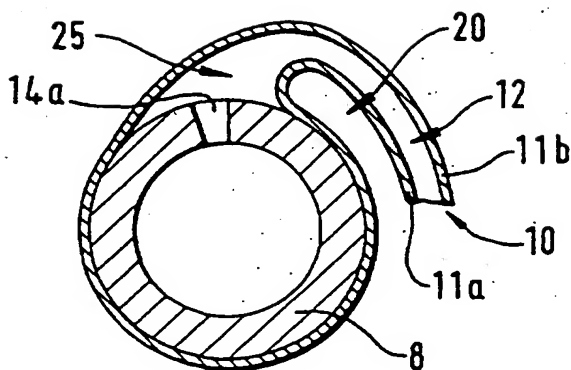


Fig. 5

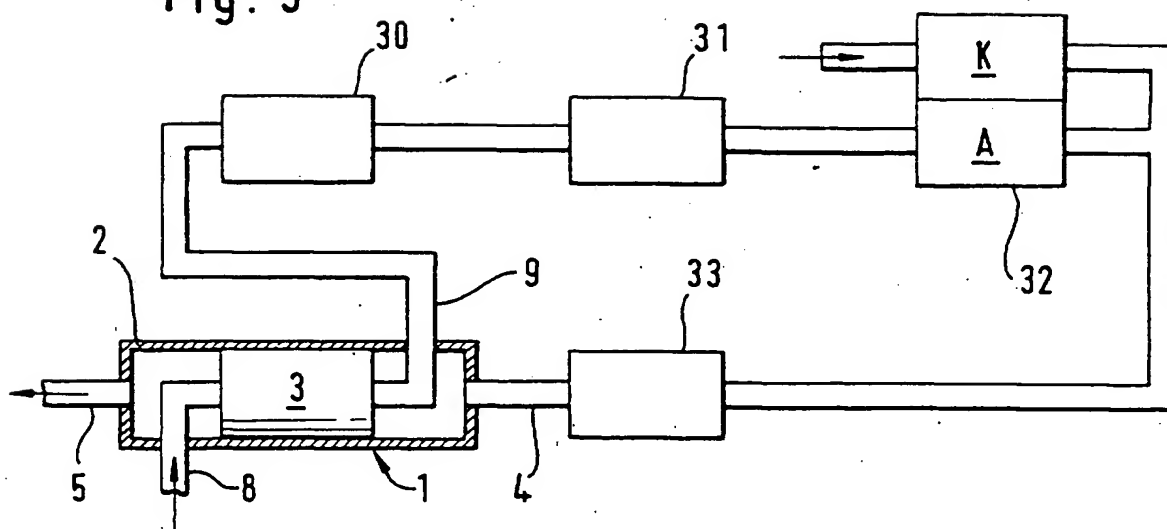


Fig. 6

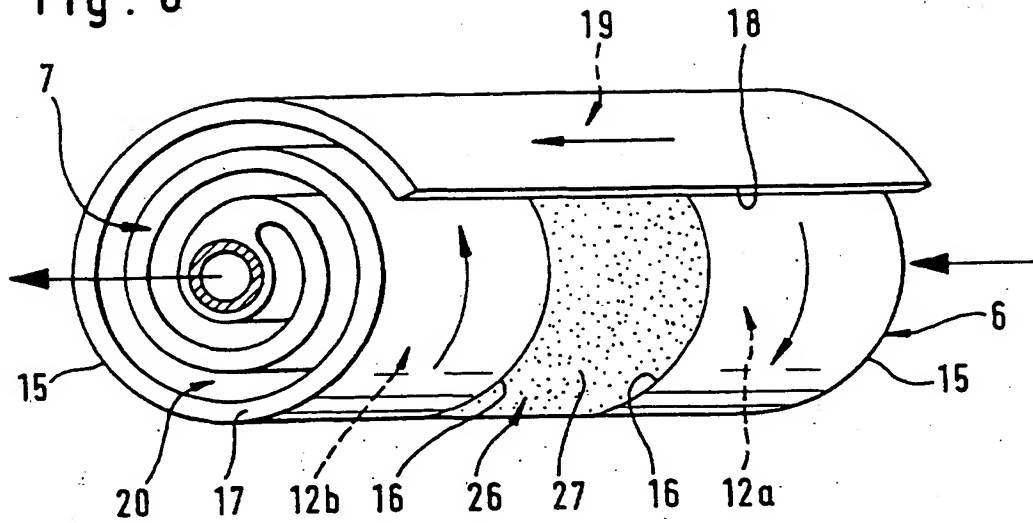


Fig. 7

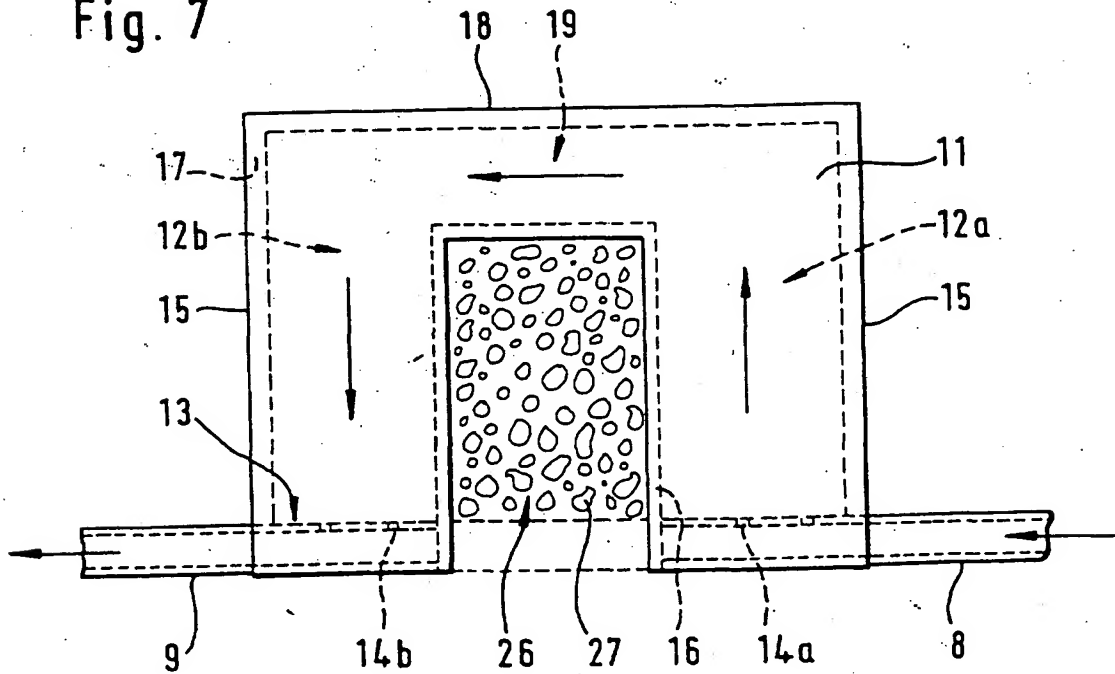




Fig. 8

